



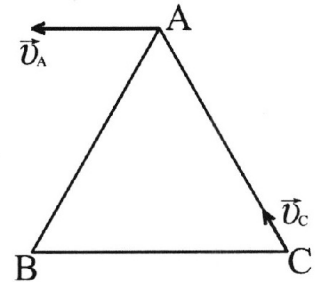
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

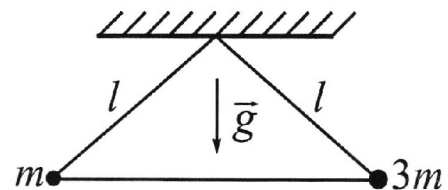
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик массы m скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



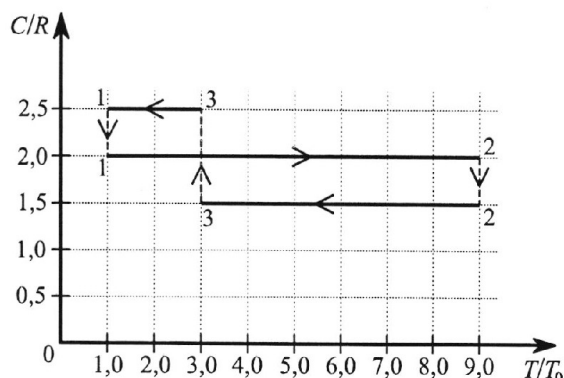
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.



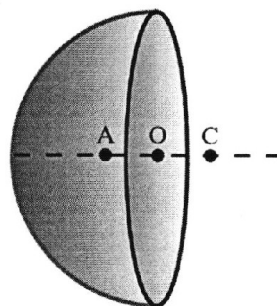
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

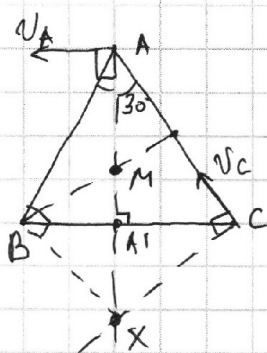
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Выделим маленький кусочек пластины (плоскую) вдоль стороны AC. Она сохр. свою длину, поэтому проекции скоростей на ось, сонапр. с AC, равны для любой точки выделенной плоскости: $V_A \cos \alpha = V_C$, где $\alpha = 60^\circ$ — угол между осью и $\vec{V}_A$:
 $V_C = \frac{1}{2} V_A = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Проведем перпендикуляры к $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ из точек A и C. Точка их пересечения X — центр вращения пластины в момент $t=0$. Т.к. на неё внеш. силы не действуют, он сохраняет своё положение.

M — точка пересеч. медиан, биссектрис и высот $\triangle ABC$ и центр масс (лежит на пересеч. медиан). $AM \cap BC = A'$.

$$AA' = a \sin 60^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2}; \quad AX = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}; \quad AM = \frac{1}{3} AA' = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

(т.к. медианы т. пересеч. делятся в отн. 2:1 от вершины);

$$A'M = \frac{\sqrt{3}}{2} a - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{6} a; \quad MX = \frac{\sqrt{3}}{6} a + \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega_M = \omega_A; \quad V_M : MX = V_A : AX \Rightarrow V_M = V_A \left(\frac{2a/\sqrt{3}}{\sqrt{3}a} \right)^{-1} = \frac{1}{2} V_A.$$

Перейдем в С.О. т. М. Для соверш. 3 оборотов нужно

$$\omega_{ABC.O.M} T = 3 \cdot 2\pi; \quad \frac{V_A - V_M}{AM} T = 6\pi \Rightarrow T = \frac{6\pi \cdot a/\sqrt{3}}{V_A/2} =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$= \frac{12a\pi}{\sqrt{3}v_A} \approx 11,1 \text{ с}$$

$R = ma_B$. Найдём a_B . Оно имеет только нормальную составляющую, т.е. $a_B = \frac{v_B^2}{R_X}$. $R_X = AX \sin 30^\circ = \frac{a}{\sqrt{3}}$.

v_B найдём как v_C в пункте 1, выделяя систему АВ и записывая рав-во проекции скорости на неё: $v_A \cos 60^\circ = v_B$. $a_B = \frac{v_A^2 \sqrt{3}}{4a}$, $R = ma_B = m \frac{v_A^2 \sqrt{3}}{4a} = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{v_A^2}{a} =$

$$= \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 100 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \frac{0,4^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{0,2 \text{ м}} = 20\sqrt{3} \cdot 10^{-6} \text{ Н} \approx 34 \text{ мН}.$$

Ответ: 1) $v_C = \frac{v_A}{2} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ 2) $t = \frac{12a\pi}{\sqrt{3}v_A} \approx 11,1 \text{ с}$

3) $R = \frac{\sqrt{3}}{4} m \frac{v_A^2}{a} \approx 34 \text{ мН}.$



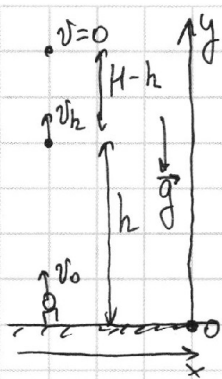
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Рассм. систему фреймверка без тормиза. Т.к. оно
слетело мгновенно, оно слетело на высоте 0. Пусть
нач. скорости фреймверка v_h . Запишем ЗИИ и ЗСЭ
на ось y :

$$\begin{cases} m v_h - m v_h = mg \tau \\ \frac{m v_h^2}{2} = mgh + \frac{m v_h^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} v_h = g\tau + v_h \\ v_h^2 = 2gh + v_h^2 \end{cases} \quad \begin{cases} v_h^2 = g^2 \tau^2 + v_h^2 + 2g\tau v_h \\ v_h^2 = 2gh + v_h^2 \end{cases}$$

$$g^2 \tau^2 + v_h^2 + 2g\tau v_h = 2gh + v_h^2 \Rightarrow v_h = \frac{2gh - g^2 \tau^2}{2g\tau} = \frac{h}{\tau} - \frac{g\tau}{2}.$$

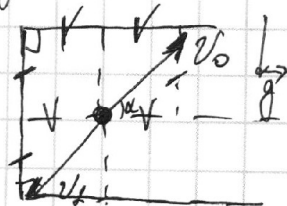
$$v_h = g\tau + v_h = g\tau + \frac{h}{\tau} - \frac{g\tau}{2} = \frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2}. \text{ На высоте } H \text{ фреймверк}$$

скорости не имеет, и $\frac{m v_h^2}{2} = mgh \Rightarrow H = \frac{v_h^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{h}{\tau} + \frac{g\tau}{2} \right)^2 =$

$$= \frac{1}{2g} \left(\frac{h^2}{\tau^2} + \frac{g^2 \tau^2}{4} + 2 \frac{h}{\tau} \frac{g\tau}{4} \right) = \frac{h^2}{2g\tau^2} + \frac{g\tau^2}{8} + \frac{h}{2} = \left(\frac{8^2}{2 \cdot 10 \cdot 0,8} + \frac{10 \cdot 0,8^2}{8} + \frac{8}{2} \right) \text{ м} =$$

$$= 9,8 \text{ м.}$$

По горизонтали фреймверк не летел $\Rightarrow$ импульсы по оси x
нет и тогда, т.к. массы одинаковы, сумма проекций
скоростей на ось x равна нулю. Т.к. фреймверк разорвался на
максимальной высоте, на которой его скорость также
была 0 по оси y , сумма проекций на ось y тоже равна
нулю. Значит, скорости равны и противоположно
направлены (можно нарисовать векторный треугольник, $\rightarrow$
достроив верт. и гориз. линии; отсюда сразу видно,
что $|v_0| = |v_1|$ и $v_0 \perp v_1$).





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пусть угол α у горизонтальной и скоростью $-v$, тогда
 ~~$L = 2v \cdot t$~~ $L = l_1 + l_2$, l_1 и l_2 — дальности отлета

1 и 2-го осямков: $l_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$; $-H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$ на g

$l_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$; $+H = v_0 \sin \alpha \cdot t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$ на $-g$

~~$t_1 = \frac{l_1}{v_0 \cos \alpha}$~~ ; $-H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{l_1}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \frac{l_1^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$;

$-\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} l_1^2 + \tan \alpha \cdot l_1 + H = 0$. $D = \tan^2 \alpha + 4H \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$,

$l_1 = \frac{-\tan \alpha \pm \sqrt{\tan^2 \alpha + 4H \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}}}{-\frac{g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \cdot \tan \alpha \pm \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} \sqrt{\tan^2 \alpha + \frac{2gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha}}$

$+ \frac{2gH}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$; т.к. $l_1 > 0$, $l_1 = \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha + \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + \frac{2H v_0^4 \cos^2 \alpha}{g}}$

$+ \frac{2H v_0^4 \cos^2 \alpha}{g v_0^2 \cos^2 \alpha}$. l_1 экстремально при $l_1' = 0$; $l_1' = \frac{v_0^2}{g} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + \frac{2H v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$

~~$+ \frac{2H v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$~~ . Но ~~время~~ будет ~~дальность~~

наибольшей, если положение векторов единственно и не имеет симметричного себе второго положения.

Значит, ~~вектор~~ ~~вектор~~ по горизонтали направлено

$\vec{v}_0$ и $\vec{v}_1$. Тогда ~~$v_0 \neq v_1$~~ $l_1 = v_0 t$, $l_2 = v_0 t$; $H = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow L = 2v_0 t = 2v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2\sqrt{2} v_0 \sqrt{\frac{H}{g}} = 2\sqrt{2} \cdot 20 \sqrt{\frac{9.8}{10}} \text{ м} \approx 56.4 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☒

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Ответ: 1) $H = 9,8 \text{ м} = \frac{h^2}{2g\tau^2} + g\frac{\tau^2}{8} + \frac{h}{2}$
2) $L_{\max} = 2\sqrt{2}v_0 \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 56,4 \text{ м}$

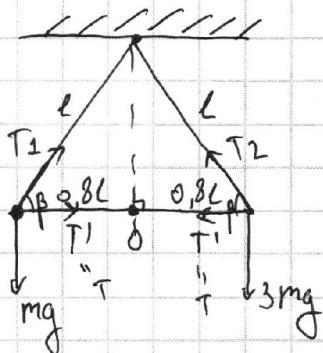


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Стержень лёгкий с центром в О.
Запишем пр. кол. сил. в О:

$$T_1 \cdot 0,8l \sin \beta + mg \cdot 0,8l = T_2 \cdot 0,8l \sin \beta + 3mg \cdot 0,8l$$

(обозн. см и углов на рисунке); $\cos \beta = \frac{0,8l}{l} = 0,8$;

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = 0,6.$$

$$0,48 T_1 + 0,8mg = 0,48 T_2 + 2,4mg.$$

Запишем 2-й и 3-й законы Ньютона на ось $\perp$ стержню и ось $\parallel$ ему для груза с m и с $3m$:

$$\begin{cases} T_1 \sin \beta - mg = ma_y, \\ T_1' \sin \beta + mg \cos \beta = ma_x, \\ a_1^2 = a_y^2 + a_x^2; \end{cases}$$

$$T_1 \cdot 0,6 - mg = ma_y$$

$$0,6T_1 + 0,8mg = ma_x$$

$$0,36T_1^2 + m^2g^2 - 1,2T_1mg + 0,36T_1'^2 + 0,64m^2g^2 + 0,96T_1'mg = m^2a_1^2$$

$$0,36T_2^2 + 9m^2g^2 - 3,6T_2mg + 0,36T_2'^2 + 5,76m^2g^2 + 2,88T_2'mg = 9m^2a_2^2$$

$$a_1 = a_2$$

Сразу после освобождения шарик движется по окружности



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

радиусом L с центром в т. подвеса. $a_k = \frac{v_k^2}{L}$. Т.к.
сразу после освобожд. $v=0$, центрострем. ускорение
 $a_n = 0$ и ускорение $a_1 \perp$ нити, т.е. $a_y = 0$, $a_1 = a_x$



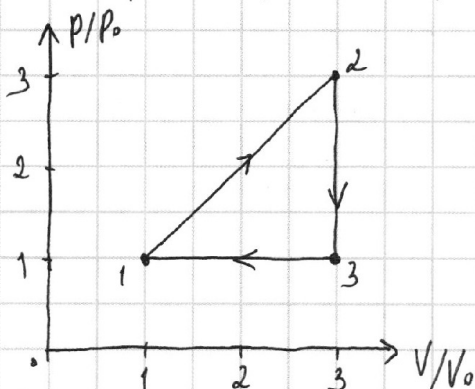
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. газ одноатомный, где нево $C_p = \frac{5}{2}R$ и $C_v = \frac{3}{2}R$. Значит, процесс 3-1 изобарный, а 2-3 — изохорный. В 1-2 $C = 2R$:
 $pV^n = \text{const}$, $n = \frac{C_p - C}{C_v - C} = \frac{2,5 - 2}{1,5 - 2} = -1 \Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const}$, т.е. 1-2 на p -ке $\frac{p}{p_0}(\frac{V}{V_0})$ — гр. прямой, проходящей через $(0;0)$.



$$\frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow p_2 = \frac{p_0}{V_0} V_2$$

$$\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R \cdot T_0 \\ p_2 V_2 = \nu R \cdot 3T_0 = \frac{p_0}{V_0} V_2^2 \end{cases}$$

$$\frac{p_0 V_2^2}{9V_0} = p_0 V_0 \Rightarrow V_2 = 3V_0, \text{ и } \dots$$

точка, соотв. соотв. 2, лежит на прямой, прох. через $(0;0)$ и $(1;1)$.

2-3 — изохорный процесс, ~~назад~~ $p_2 = p_3 = 3p_0$, $V_3 = V_2 = 3V_0$;
 $p_3 V_3 = \nu R 3T_0 = 3p_0 V_0$; $p_3 \cdot 3V_0 = 3p_0 V_0 \Rightarrow p_3 = p_0$.

3-1 — изобарный процесс (соединяем т. 3 и т. 1 по прямой $\frac{p}{p_0} = 1$).

По построенному p -ку расширение — только 1-2: ~~Затем~~

42 ~~Показав~~ ~~переходим~~ $Q_1 = C_{12} \Delta T = 2R \nu (3T_0 - T_0) =$
 $= 16 \nu R T_0 = 16 \cdot 2 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} = 79776 \text{ Дж}.$

Работа за цикл соответствует площади в нем и равна

$$A_{\text{цикла}} = \frac{1}{2} (p_2 - p_3) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} 2p_0 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2 \nu R T_0.$$



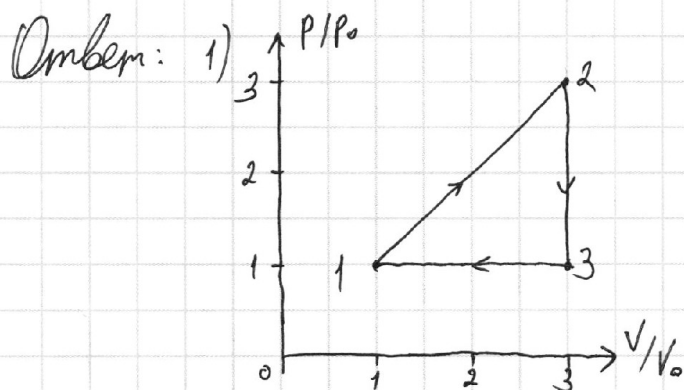
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. полезной работы половина, $A_{\text{пол цикла}} = \frac{1}{2} A_{\text{цикла}} = \nu R T_0$.
Вся работа $A = N A_{\text{пол цикла}} = N \nu R T_0$ идёт в потр. энергии груза MgH : $N \nu R T_0 = MgH \Rightarrow H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} \text{ м} = 34,24 \text{ м}$.



2) $Q_1 = 16 \nu R T_0 = 79776 \text{ Дж}$

3) $H = \frac{N \nu R T_0}{Mg} = 34,24 \text{ м}$.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Потенциал в точке O равен сумме потенциалов, создаваемых равноудаленными кусочками полушара: $d\varphi_0 = k \frac{dq}{R}$, и полный потенциал $\varphi_0 = k \frac{Q}{R}$. Запишем ЗСЭ:

$$\varphi_0 q + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \quad \leftarrow \text{на бесконечности } \varphi = 0.$$

$$k \frac{Qq}{R} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{V_0^2 + 2 \frac{kqQ}{mR}}.$$

Запишем ЗСЭ, исп. нач. положение и полук. на бесконечн.:

$$\varphi_A q = \frac{mV^2}{2}; \quad \varphi_A = \frac{mV^2}{2q} = \frac{m}{2q} (V_0^2 + 2 \frac{kqQ}{mR}) = \frac{mV_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R}.$$

Теперь найдём потенциал в т. с. Для этого дополним полушар до сферы и на дополнительную половинку наложим такую же как исходную полушару, но с зарядом $-Q$. Потенциал внутри сферы постоянен и равен $\frac{k \cdot 2Q}{R}$.

Добавление "отрицательной" полушары вычитает потенциал, который равен φ_A : $\varphi_c = 2 \frac{kQ}{R} - \varphi_A = \frac{kQ}{R} - \frac{mV_0^2}{2q}$.

$$\text{Запишем ЗСЭ: } \varphi_A q = \frac{mV_c^2}{2} + \varphi_c q;$$

$$q(\varphi_A - \varphi_c) = \frac{m}{2} V_c^2 \Rightarrow V_c^2 = \frac{2q}{m} \left(\frac{mV_0^2}{2q} + \frac{kQ}{R} - \frac{kQ}{R} + \frac{mV_0^2}{2q} \right) = \frac{2q}{m} \cdot \frac{mV_0^2}{q} = 2V_0^2 \Rightarrow V_c = \sqrt{2} V_0$$

$$\text{Ответ: 1) } V = \sqrt{V_0^2 + 2 \frac{kqQ}{mR}}$$

$$2) V_c = \sqrt{2} V_0.$$

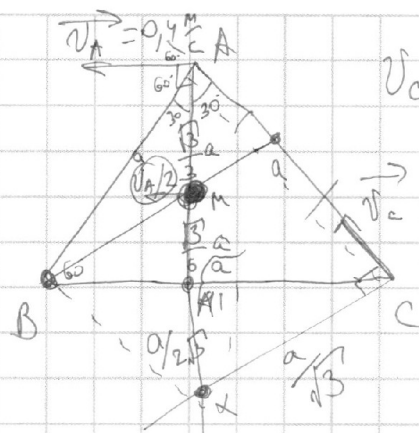


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$V_C = V_A \cos 60^\circ = 0,4 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \frac{m}{c}$$

$$W = \frac{V}{r} = \frac{V_A \cdot 3}{\sqrt{3}a} = \frac{\sqrt{3}V_A}{a}$$

$$WT = 3 \cdot 2\pi$$

$$\frac{a\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} + \frac{\sqrt{3}}{6}a = \frac{\sqrt{3}+\sqrt{3}}{6}a = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

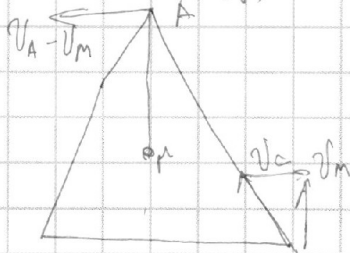
$$\frac{2a^2}{\sqrt{3}} - \frac{\sqrt{3}}{2}a = \frac{4a-3a}{2\sqrt{3}} = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

$$AA' = a \sin 60^\circ = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$AX = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{a \cdot 2}{\sqrt{3}}; AM = \frac{2}{3}AA' = \frac{\sqrt{3}}{3}a, MA = \frac{\sqrt{3}}{2}a - \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{\sqrt{3}}{6}a$$

$$MX = \frac{\sqrt{3}}{6}a + \frac{a\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}a}{6} = \frac{\sqrt{3}}{3}a$$

$$V_M = \frac{V_A}{AX} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{V_A \sqrt{3}}{2a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3}a = \frac{V_A}{2}$$



$$\frac{V_A - V_M}{AM} \tau = 6\pi$$

$$\frac{V_A \sqrt{3}}{2a} \tau = 6\pi$$

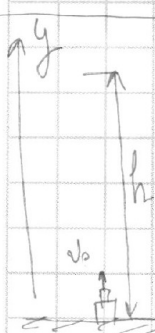
$$\frac{V_A \cdot 3}{2\sqrt{3}a} \tau = 6\pi$$

$$\tau = \frac{2\sqrt{3}a \cdot 2\sqrt{3}a}{3} = \frac{4\sqrt{3}a^2}{3}$$

$$V_A \cos 60^\circ = V_B = \frac{V_A}{2}$$

$$a_B = \frac{V_B^2}{Bx} = \frac{V_A^2}{4(\frac{2a}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2})^2}$$

$$Q = \frac{\sqrt{3}V_A^2}{4a} \quad | mQ = R$$



$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh \quad \Sigma p = Ft$$

$$mV_0 = mgt + mV_h$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV_h^2}{2}$$

$$V_0 = gt + V_h$$

$$V_0^2 = 2gh + V_h^2$$

$$\begin{cases} V_0^2 = g^2 t^2 + V_h^2 + 2V_h g t \\ V_0^2 = 2gh + V_h^2 \end{cases}$$

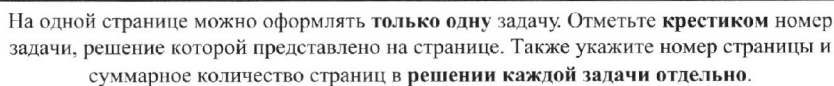
$$2gh + V_h^2 = g^2 t^2 + V_h^2 + 2V_h g t$$

$$V_h = \frac{2gh - g^2 t^2}{2gt} = \frac{h}{t} - \frac{gt}{2}$$

$$V_0^2 = g^2 t^2 + V_h^2 = \frac{h^2}{t^2} + \frac{g^2 t^2}{4} = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2 = 14 \frac{m}{c}$$

$$H = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2}{2g} = \frac{136}{20} m = \frac{98}{10} m = 9,8 m$$

$$\frac{0,16}{0,2} = \frac{16}{20} = 0,8 \quad V_1 \cos \beta = V_0 \cos \alpha \quad V_1 \sin \beta = V_0 \sin \alpha$$



СТРАНИЦА
ИЗ

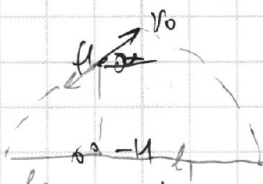
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$l_1 = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$l_2 = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$L = 2t v_0 \cos \alpha$$

$$m_k, \alpha \geq 0$$


$$\frac{95^2}{2}$$

$$\frac{gk^2}{2} = H, L_{\max} = 2V_0 t = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$1,41.2 = 282.4$$

$$= 2\sqrt{2} \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{1}{g}} =$$

$$= 2\sqrt{2} \cdot 20 \cdot \sqrt{1 \text{ s}^2} =$$

$$\boxed{= 2\sqrt{2} \cdot 20 \text{ m}}$$

$$[2V_0 \cos \alpha] \cdot (b_1 + b_2)$$

$$V_0 \sin t_1 = \frac{g t_1^2}{2} = -V_0 \sin t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$l_1 = v_0 \cos \alpha t_1 = \frac{v_0^2}{g}$$

$$l_2 = V_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

$$0 = H + V_0 \sin \alpha b_1 - \frac{g b_1^2}{2}$$

$$h = v_0 \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$$

$$pV \frac{C_p}{C - C_v} = \text{const} \quad C_p = \frac{5}{2}R$$
$$C = \frac{3}{2}R$$

3-1 $p = \text{const}$

2-3 $v = \text{const}$

$$1-2 \cdot \frac{P}{V} \approx \text{const}$$

$$\frac{2-2.5}{2-1.5} = -1$$

$$\frac{P}{V} = \cos \theta$$

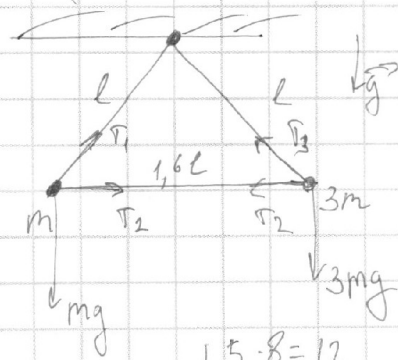
$$\frac{20.2493}{1500} = \frac{2493}{75} =$$

$$= \frac{831}{25} = \frac{3424}{100} \cdot 314$$

$$8,31 \cdot 300 = 831 \cdot 3 = 2493$$

$$\begin{array}{r} 2493 \\ \times 32 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 79776 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4986 \\ + 479 \\ \hline \end{array}$$



$$15 \cdot 8 = 12$$

$$Q_1 = 1,5 \text{ VR} (T_2 - T_1) +$$

$$+ 2p_o \cdot 2V_o = 12VR_{T0} + 4VR_{T0} = 16VR_{T0} = 16 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300 \text{ Jm}$$

$$A_{\text{quene}} = \frac{1}{2} 2p_0 2V_0 = 2p_0 V_0 = 2VKT_0$$

$$A_{nom} = VRT_0$$

$$A = N \sqrt{RT_0} = Mgh \Rightarrow h = \frac{N \sqrt{RT_0}}{Mg} = \frac{(0.2 \cdot 8.31) \cdot 300}{150 \cdot 10}$$



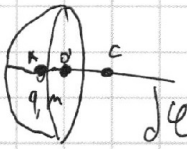
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
11 ИЗ 11

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

4



$$\frac{kQ}{r^2}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{R^2} = 3,14 \cdot 10^4 \frac{В}{м}$$

$$E = \frac{kQ}{r^2}$$

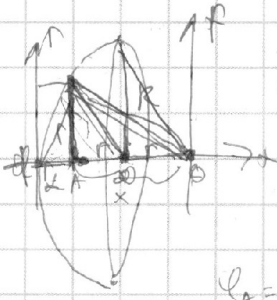
$$18,84 \cdot 10^4 \frac{В}{м}$$

$$\frac{kQ}{r^2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{1884}{11,1}$$

$$d\varphi_0 = k \frac{dq}{r^2} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{kQ}{R}$$

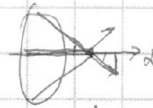
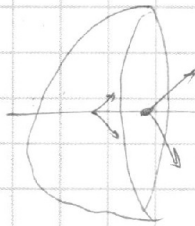
$$v = 2 \frac{kQq}{Rm} + \frac{mv_0^2}{m} = v_0 + 2 \frac{kQq}{mR}$$



$$\varphi_A q = \frac{mv^2}{2}$$

$$\varphi_A q = \frac{mv^2}{2} + \varphi_C q$$

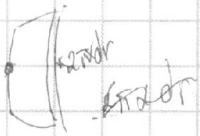
$$\varphi_A = \frac{4\pi}{2} (R-r)^2 \cdot k + \frac{kQ}{R-r}$$



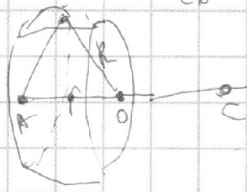
$$\frac{k dq \cdot x}{x^2 + R^2} \cdot \frac{x}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$E_{\text{кон}} = \frac{kQx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$E_{\text{кон}} = \int \frac{kx \cdot 2\pi R dx}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$



$$\varphi_0 = \frac{kQ}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$



$$k dq \cdot x$$

$$\varphi_c = k \frac{q_k}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$r =$$

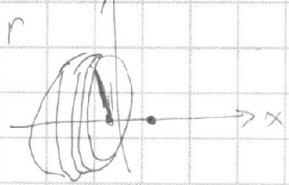


$$\varphi_c = k \int \frac{\sigma \cdot 2\pi R dx}{\sqrt{x^2 + R^2}}$$

$$dq_k = \sigma \cdot 2\pi R dx$$

$$d\varphi_c = k \frac{\sigma \cdot 2\pi R dx}{\sqrt{x^2 + R^2}} = k \frac{\sigma \cdot 2\pi R dx}{1} \sin \alpha$$

$$r^2 + R^2$$



$$d\varphi_c = k \frac{dq}{\sqrt{R^2 + x^2}}$$

$$dq = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot 2\pi R dx = \frac{Q dx}{R^2}$$

$$d\varphi_c = k \frac{Q dx}{R^2 \sqrt{R^2 + x^2}}$$

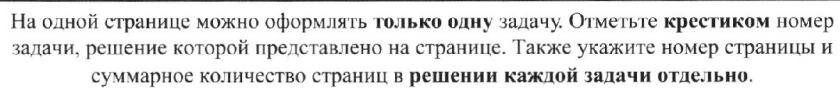
$$\varphi_c =$$

$$\varphi_A q = \frac{mv^2}{2} + \frac{2kQq}{R} - \varphi_A q$$

$$\frac{kQ}{R^2} E = \frac{kQ}{R^2}$$

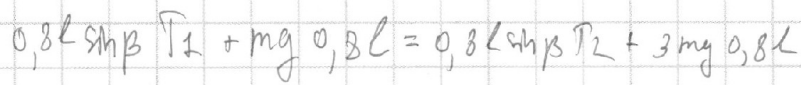
$$\frac{kQq}{R^2}$$

$$\frac{k \cdot 2\pi R R \cdot \sigma}{R} + \varphi_A = \varphi_c$$



СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\cos \beta = 0,8, \quad \sin \beta = \sqrt{0,36} = 0,6$$

7